第 12 卷 第 3 期　　昆虫学报　　Vol. XII, No. 3
1963 年 7 月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　July, 1963

粘虫(*Leucania separata* Walker)发生規律的研究*

I. 东北春季粘虫发生与风的关系

林昌善　孙金如　陈瑞鹿　張宗炳
(北京大学生物系，中国科学院动物研究所)

摘要　根据东北地区的粘虫极大可能不在本地越冬而是每年春季随南、西南风大量迁飞的假設，利用气象資料分析了东北早春粘虫成虫的发生与风向风速的关系。无論由始現期或突增期来看，与地面上或高空 850 mb 的南、西南风均有較高的符合率；在粘虫出現时期的南、西南风多为每秒 5—6 米到每秒 9—10 米的大风。由分析中也看出了，东北地区在許多地点經常同时发生粘虫的出現与突增，而該时期在天气图上东北全区或大部分地区均有南、西南风，由以上的风向风速，估計由假定的南方粘虫发生地只需一天左右的时間即可到达东北。由上述結果討論了粘虫春季迁飞的可能性，东北地区粘虫的虫源問題以及粘虫成虫是否还具有夏秋季迴迁的可能。

一、緒　　論

粘虫越冬問題是目前研究粘虫发生規律的一个重要問題。在东北三省、內蒙古自治区、黄河以北各地及四川山区等地，粘虫越冬問題一直沒有得到解决。1959 年，在黑龙江省农业科学研究所召开的粘虫越冬問題的学术討論会上，曾提出了一个新的見解(张宗炳 1959)。这个見解認为东北的粘虫不是在东北越冬的，而是每年春季成虫由外地随风迁移来的。主要的論据摘录如下：

(一) 正面事实根据

1. 粘虫在早春(一直到 6 月中旬)的出現，是以一个个高峯形出現的，而不是陆續增多的方式。这些高峯发生期与西南风(及南、西南风)的风期相吻合，卽蛾子的大量成批出現的日期多数是刮大风(西南风至少 3—4 級)的日子。

2. 9 个不同的地点(由大連、沈阳到哈尔滨)从植物生长期来說，相差 1—2 个星期，但是粘虫成虫发生的时期只差 1—3 天(在早春只差一天，因为早春的风大；五月底以后差 1—3 天，那时的风較小)，說明这些地方的蛾子可能是由一次大风同时(或几乎同时)吹到的。

3. 粘虫成虫有羣飞及高飞习性，因而可能为风所吹送，而且有人在傍晚直接观察到粘

* 这項工作是在北京大学生物系昆虫学教研室，中国科学院动物研究所(前昆虫研究所)及吉林省农业科学院植保研究所(前东北农业科学研究所)共同合作組成的"粘虫組"(1959—1960)中所进行的。

本文在研究期間承蒙各地許多有关团体，机关，包括人民公社，各省市农业科学研究所，农业試驗站，高等农业院校，气象局以及各界人士提供宝貴資料、建議及意見。这对于本項研究工作的开展有极大的帮助，特此表示謝意。

(本文于 1962 年 9 月 7 日收到)。

关于粘虫学名意見尙未統一之前，暫保留作者原用的学名——編者。

虫大批在天上飞翔的事实。

4. 长海島附近、文登县附近海面上曾发現有大批死蛾的事实(陈励生, 1953)。

(二) 間接推論

1. 十年以来的越冬調查,大面积进行了近几万平方米,包括耕地、草坡、山林及海島各地区,都沒有在东北地区找到越冬的粘虫。

2. 粘虫的抗寒性間題 从早春出現成虫这一点来看,越冬虫态将是蛹、成虫或成熟幼虫;但蛹与成熟幼虫的抗寒能力不高,从东北的严寒来講,不能过冬(成虫可能个别在特殊情況下越冬)。粘虫是沒有滯育的。

3. 粘虫大小发生年与当地冬季气候条件的相关不大。

4. 粘虫发生在一个小地区內,各年有很大不同,有时甚至沒有。这可能說明了只有风带来了蛾子,該地才会发生。反过来,东北地区中大致发生粘虫的范围,却是一定的;这可能說明了风向的規律性。

5. 大发生年中,秋季追踪越冬的失敗事实。

(三) 文献上的参考資料

1. 夜蛾科有許多种具有迁移习性,其中包括粘虫 *Pseudalelia unipuncta* 在內。

2. 它們的迁移是春季由南向北,秋季又回到南方 (Williams 1942)。

3. 多种这样的迁移性昆虫都是抗寒性极低, 并且沒有滯育 (Andrewartha & Birch 1954)。

4. 这一类迁移性昆虫一般处在溫带,具有貿易风及季节风的地区。

5. 迁移的方式是由暖气上升将昆虫成羣带上去, 然后被动地由风吹送迁移 (Waloff 1946),到达后一般主动地向潮湿低洼地集中 (Rainey 1951)。

由这些論据,我們認为,东北各地春季发生的成虫多数由远距离的地方迁飞而来的推論是有可能的。为此,我們开展了这一研究,卽整理分析东北春季粘虫成虫的发生与风的关系。本文卽这一部分分析結果的报告。

二、資料的收集

(一) 虫情部分用了从 1956—1959 年期間哈尔滨、公主岭、沈阳、錦州、熊岳、旅大等地的測蛾資料* 各地測蛾办法基本上是按照农业部所頒行的粘虫預測預报办法进行的;但是誘剂配方和誘器設置时間各地各年早晚稍有不同。当日記載的測蛾量是指当日晚上到第二日早晨所誘到的蛾数。每天誘蛾量均为两台誘蛾器的总和, 其中旅大为 4 台測蛾器誘到的数量換算所得;哈尔滨及熊岳为三台測蛾器的总数換算所得。

(二) 气象資料部分 气象資料系由中央气象局、沈阳中心气象台与各地农业研究机关供給的。本文应用的資料为:

1. 哈尔滨、公主岭、沈阳、錦州、熊岳、大連、临沂(山东)等地 1953—1959 年 3—6 月間逐日的溫度、湿度、雨量、风向、风速等資料。

---

* 其他如佳木斯、宁安、克山、呼兰、白城子、通化、延吉、烏兰浩特、九站、赤峯、錢家店等地的資料, 也进行了收集与整理。由于資料較不完整,本文中未将其分析結果列入。

2. 1956—1959 年 3—6 月，每天 2，8，14，20 时的东亚地面天气图及 850 mb 层天气图，从中摘录了东北各地、北京、临沂、开封、汉口、长沙等地每日四次的风向和风速等資料。

三、資料的分析

将旅大、熊岳、錦州、沈阳、公主岭、哈尔滨等地，自 1955—1959 年內各地区每年成虫开始出現的日期及突增的日期选出，并找出同一旬內几个地区同时数量增多的日期，然后查对該些日期的最多风向。按 16 种风向方位，統計各地区各年成虫初現期及突增的次数，以及它們与各种风向方位的符合百分率。

考虑到当地风向受当地地形地势的影响很大，而分析成虫与风的关系时曾参考高空(850 mb 約 1500 米高空)的风速和风向。因此也应用了欧亚历史天气图及每日天气公报来分析粘虫始現及突增日期与风的关系——选出几个地点同时出現成虫数量突增的日期，然后查閱这些有关資料，决定其符合程度。

四、分析結果

（一）春季粘虫成虫始現期与地面风的关系

1. 始現期的規定，在应用的資料中，由于各地观测的目的不同，作法并不完全一致；尤其是在春季开始观测的日期，各地早晚不一，有的测蛾器設的比較晚，而設后当天就誘到成虫；这样获得的資料就很难認为是当年該地区的成虫始現期。为此，我們只用了1956—1959 年的資料，因为这四年中的設置测蛾器的时間較早，虽然还不完全一致，我們規定，在設测蛾器后，經过 5 天或 5 天以上誘到成虫，才能作为始現期。

2. 风向的統計，应用始現期和前一天(共两天)中一共 8 次的风向风速記录，統計这 8 次中，各种风向的次数。如果 8 次中有 4 次为 S 及 SW 风，則認为成虫始現期与 S 及 SW 风是吻合的，其他风向同此。

3. 結果：分析結果如表 1 。

表 1　1956—1959 年成虫始現期与 S. SW 風向的关系

地点	1956 年				1957 年				1958 年				1959 年			
	测蛾器設置日期	始現期	S.SW次数/二日內测风次数	吻合与否	测蛾器設置日期	始現期	S.SW次数/二日內测风次数	吻合与否	测蛾器設置日期	始現期	S.SW次数/二日內测风次数	吻合与否	测蛾器設置日期	始現期	S.SW次数/二日內测风次数	吻合与否
旅大					1/IV	6/IV	1/8	−	1/III	1/IV*	4/8	+	23/III	24/III	1/8	−
熊岳	1/IV	14/IV	5/8	+	1/IV	8/IV	6/8	+	1/IV	2/IV*	3/8	−	—	1/IV*	5/8	+
錦州	6/IV	17/IV	5/8	+	1/IV	1/IV	2/7	−	1/IV	4/IV*	6/8	+	—	25/III*	3/7	−
沈阳					5/IV	7/IV	8/8	+	25/III	2/IV	4/7	+	20/III	2/IV	7/8	+
公主岭	11/IV	21/IV	5/8	+	11/IV	17/IV	5/8	+	11/IV	19/IV	7/8	+	17/III	4/IV	4/8	+
哈尔滨					20/IV	21/IV*	2/8	−	1/IV	28/IV	4/8	+	16/IV	20/IV	8/8	+

* 代表設测蛾器后 5 日內即捕到成虫日期。

＋号表示成虫始現期与风向吻合。

－号表示不吻合。

由表1中可以看出，从1956—1959年四年內哈尔滨、公主岭、沈阳、錦州、熊岳、旅大等6个地区,計有始現期的記录21次，与S及SW风吻合的有15次，符合度約为71%。与W及NW风吻合的只有1次，符合度不到5%；其他风向更少,如果除去在設立测蛾器5天內就誘到成虫的7次;在14次中,成虫始現期与S及SW风吻合的有12次(符合度約为86%),与N及NW风全不吻合。

由此看来，成虫的始現期与前日和前一日內S及SW风有比較密切的关系。并且在气象記录中还可以看出,20次始現期中有13次都是二日內有較大的S及SW风,每秒风速在10米以上。因此,可以認为，东北地区成虫在早春的始現期常是在刮S及SW风之后出現的。

（二）东北春季粘虫成虫的数量突增与地面风向的关系

1.突增期的規定 多年的观察,东北春季粘虫成虫的出現，經常以突增的形式出現，而且在当地有效温积不能繁殖一代的时期內，可以多次出現数量的銳減及突增現象。假定粘虫成虫是一批一批由发源地被风带到东北而降落,那么我們認为:

（1）当地成虫数量原来极少（不到10头）而突然增多,至当天二台测蛾器的誘蛾总量达到或接近50头(在小发生的年份达到或接近25头)，那么該天可以認为是数量突增期。

（2）在連日誘蛾量均达到(1)項标准,只取第一天为突增期,但在数量增多之后,又出現成虫数量的継續增多,达到第一天数量的二倍以上(或絕对数量200头以上);那么該天也可以認为是数量突增期。

（3）在突增期之后，相隔二天以上，测蛾量減退之后,又行上升到(1)項的标准时,即認为也是一个突增期。

2.分析結果 按照上述标准,选出1956—1959年东北6个地区的成虫突增期(表2)。按照同上方法分析其与各种风向的符合率如下:

（1）成虫突增期与当天、前一天及前二天的风向的关系。在各地各年成虫突增期决定之后,根据东亚地面天气图就突增期当天、前一天及前二天的风向风速，分别检驗与四个不同方位的风向的符合率。在检驗中,用以下标准:

i）凡一天中三次記录中有二次，四次記录中有三次，或連續二天的八次記录中有五次为同一种方位的风向,即作为該次突增期与此方位的风向符合。

ii）凡四次风向中有二次,八次中有四次,但其中有一次风速在每秒10米以上者，也作为与該风向符合。

按上述标准检驗时,結果如表3。

从表3中,我們可以看出，东北各地区春季4—6月間成虫的数量突增与风的关系如下:

(i)从1956—1959年各地成虫突增高峯与S及SW风的符合率,較其他方位的风向均高;但各年的情况略有出入。1956年从熊岳、錦州及公主岭三地的資料来看,共有突增期16次，与突增当日各方位的风向的符合次数为S及SW风9次(56.3%)，W及NW风4次(25%)，N及NE风2次(12.8%)。与前一日风向符合的次数为：S及SW风10次(62.5%)，W及NW风一次(6.3%)，N及NE风一次(6.3%)，E及SE风二次

表 2　东北六個代表地区 1956—1959 年成虫突增期

地点＼突增期＼年份	1956 年	1957 年	1958 年	1959 年
旅 大		4 月 16 日 19 日 30 日 5 月 7 日 14 日 6 月 11 日	5 月 4 日 6 月 12 日 13 日	4 月 7 日 11 日 22 日 28 日 29 日 5 月 29 日 6 月 12 日
熊 岳	4 月 20 日 6 月 8 日 10 日	4 月 16 日 21 日	4 月 3 日 15 日 6 月 5 日 11 日	4 月 13 日 18 日 20 日 22 日 5 月 29 日 6 月 12 日 14 日
錦 州	4 月 21 日 5 月 8 日 21 日 6 月 5 日	4 月 16 日 20 日 5 月 11 日 16 日 6 月 3 日 9 日 14 日	4 月 5 日 16 日 21 日 25 日 30 日 5 月 20 日 6 月 4 日 6 日 12 日 15 日	4 月 15 日 17 日 20 日 5 月 5 日 7 日 16 日 20 日 25 日 30 日 6 月 2 日 7 日 11 日 15 日
沈 阳		4 月 17 日 21 日 28 日 5 月 1 日 3 日 7 日 12 日 16 日 31 日 6 月 7 日	5 月 12 日 28 日 6 月 3 日 7 日 11 日	5 月 1 日 4 日 7 日 10 日 28 日 6 月 1 日 3 日 9 日 14 日
公 主 岭	4 月 22 日 30 日 5 月 3 日 9 日 14 日 21 日 24 日 6 月 3 日 12 日	4 月 18 日 21 日 28 日 5 月 1 日 7 日 14 日 15 日 21 日 6 月 1 日 8 日	4 月 28 日 5 月 6 日 13 日 17 日 20 日 28 日 6 月 3 日 7 日 13 日	4 月 19 日 30 日 5 月 6 日 19 日 24 日 28 日 6 月 2 日 7 日 9 日
哈 尔 滨		5 月 25 日 6 月 10 日 14 日	5 月 30 日 6 月 3 日 5 日 9 日 14 日	

表 3 1956—1959 年东北各地区成虫突增期与各种風向的关系

	年 份	成虫突增次数	风的方向							
			S SW		W NW		N NE		E SE	
			吻合次数	%	吻合次数	%	吻合次数	%	吻合次数	%
成虫突增期与当日风的关系	1956	16	9	56.3	4	25.0	2	12.8	0	0
	1957	38	21	55.3	2	5.3	2	5.3	1	2.7
	1958	36	15	41.7	0	0	2	5.6	2	5.6
	1959	45	20	44.7	3	6.0	12	26.7	1	2.2
	总 計	135	65	48.1	9	6.7	18	13.3	4	3.0
成虫突增期与前一日风的关系	1956	16	10	62.5	1	6.3	1	6.3	2	13.5
	1957	38	19	50.0	4	10.5	2	5.3	2	5.3
	1958	36	20	55.5	4	11.1	1	2.8	2	5.5
	1959	45	19	42.2	4	8.9	7	15.6	3	6.7
	总 計	135	68	50.4	13	9.0	11	8.1	9	6.7
成虫突增期与当日加前一日风的关系	1956	16	13	81.3	2	1.3	0	0	0	0
	1957	38	24	63.2	6	15.9	2	5.3	1	2.6
	1958	36	28	77.8	1	2.8	1	2.8	6	16.7
	1959	45	35	77.8	2	4.4	2	4.4	1	2.3
	总 計	135	100	74.1	11	8.2	5	3.7	8	5.9
成虫突增期与前二日内风的关系	1956	16	12	75.0	0	0	0	0	0	0
	1957	38	19	50.0	4	10.5	1	2.7	2	5.3
	1958	36	19	52.8	2	5.6	2	5.6	1	2.8
	1959	45	18	40.0	2	4.4	8	16.7	3	6.7
	总 計	135	68	50.3	8	5.9	11	8.1	6	4.4

(13.5%)。与前二日风向符合的次数为：S 及 SW 风 12 次(75%)，其他风向均不符合。1957，1958，1959 三年的情况大致相似,数据可見表 3 。但各年的符合率,甚至在同一地点,也有出入。但比較其他方位的风向,差异都是十分显著的。

(ii) 表 4 中是将表 3 的結果分地区列出;由表 4 可以看出，在东北各个地区之間,成虫突增期与当日、前一日及前二日內 S 及 SW 风的符合率也有差异。例如,公主岭、沈阳、錦州、熊岳等地都比較旅大为高。

(iii) 在同一地区同一年份中，不同月份中的符合率也有不同。一般說来,成虫突增期与 S 及 SW 风的符合率均以 4 月份为最高，6 月份最低。以公主岭为例，分析結果如表 5 。

在表 5 中可以看出，公主岭地区 1956—1959 年間，成虫突增期与 S 及 SW 风的符合率,平均 4 月份为 66%，5 月份为 54%，6 月份为 25%，其他 6 个地区(旅大、熊岳、錦州、沈阳、公主岭及哈尔滨)的情况总結如表 6 。

由表 6 中可見，4 月份內与 S 及 SW 风符合率在 50% 以上的有 12 次(共 12 次)，占总次数的 100%；5 月份为 7 次（共 12 次）占总次数的 58%；6 月份为 5 次(共 12 次)占总次数的 41%。可見，4 月份中成虫的突增期与 S 及 SW 风向的符合率最高。

表 4　1956—1959 年东北各代表地区成虫突增期与各种風向吻合关系

年份	地点	突增总次数	当日风向				前一日风向				前二日风向			
			S SW	W NW	N NE	E SE	S SW	W NW	N NE	E SE	S SW	W NW	N NE	E SE
1956	熊　岳	3	3				1		1		2			
	錦　州	4	2	1			2		1		2			
	公主岭	9	4	3	2		7	1	1		8			
1957	旅　大	6	2	1		1	1	1		2		1		2
	熊　岳	2	1				2				2			
	錦　州	7	5	1	1		4	1	1		4			
	沈　阳	10	7		1		5	1	1		6	1	1	
	公主岭	10	5				6				5	1		
	哈尔滨	3	1				1	1			2	1		
1958	旅　大	3	1					1		1				1
	熊　岳	4	2				3				2			
	錦　州	10	5				6	1	1		6		2	
	沈　阳	5	2				3	1			3	1		
	公主岭	9	4		1	1	5	1		1	5			
	哈尔滨	5	1		1	1	5				3	1		
1959	旅　大	7	3	1	1	1	1		1	1	1		1	
	熊　岳	7	3	1	1		2	1	2	1	2	1	2	1
	錦　州	13	5	1	4		7	1	2		8		2	1
	沈　阳	9	4		4		4		2	1	4		3	1
	公主岭	9	5		2		5	2			3	1		

表 5　公主岭地区 1956—1959 年成虫突增期与 4—6 月 S. SW 風吻合情况

年份	4 月			5 月			6 月		
	总突增次数	S SW		总突增次数	S SW		总突增次数	S SW	
		吻合次数	%		吻合次数	%		吻合次数	%
1956	2	2	100	5	1	20	2	1	50
1957	3	2	66	5	2	40	2	1	50
1958	1	0	0	5	4	80	3	0	0
1959	2	2	100	4	3	75	3	0	0
平　均			66			54			25

表 6　1956—1959 年 4—6 月份內成虫突增与風向关系的比較

年　份	风　　向	与当日风向的吻合度(%)			与前一日风向的吻合度(%)			与前二日风向的吻合度(%)		
		四月	五月	六月	四月	五月	六月	四月	五月	六月
1956	S. SW	80	29	60	80	57	40	75	71	80
	W. NW	20	14	40	20	25				
	N. NE		28							
	E. SE						40			
1957	S. SW	54	50	66	61	43	44	75	44	22
	W. NW	8	6			17	22		18	11
	N. NE		6	11		12			6	
	E. SE	7				6	11	7		11
1958	S. SW	50	80	16	87	60	50	75	50	55
	W. NW					10	22		10	6
	N. NE			11	12			12		
	E. SE			6		20			10	
1959	S. SW	71	47	14	50	53	21	50	47	21
	W. NW	21			14	12		7	6	
	N. NE		47	29	14	23	7	14	29	7
	E. SE			7			21			21

（三）东北春季粘虫成虫的数量突增与风速的关系　上面的分析指出，东北春季粘虫的突增与 S 及 SW 风有較密切的关系，現在我們再看粘虫突增与 S 及 SW 风的风速的关系，分析結果如表 7 。

表 7　1956—1959 年东北各代表地区成虫突增期与 S 及 SW 風風速的关系

	与 S. SW 吻合		2米以下/秒	2米/秒	3—4米/秒	5—6米/秒	7—8米/秒	9—10米/秒	11—12米/秒	12米以上/秒
当　日	次数	65	1	1	5	15	17	14	8	4
	%		1.6	1.6	7.7	23.1	26.2	21.5	12.3	6.2
前一日	次数	70	0	2	8	13	30	13	2	2
	%		0	2.9	11.4	18.6	42.9	18.6	2.9	2.9
前二日	次数	69	0	1	12	14	22	20	0	0
	%		0	1.4	17.4	20.3	31.9	29.0	0	0

由表 7 可見，成虫突增期与当日 S 及 SW 风符合的 65 次中，有 58 次是风速在每秒 5—6 米以上的；成虫突增期与前一日 S 及 SW 风符合的 70 次中，有 60 次是风速在每秒 5—6 米以上的；与前二日符合的情况也相似(69 次中有 56 次)。由此可以認为，粘虫成虫的突增主要是与 3—4 級以上的 S 及 SW 大风相吻合。

假如我們假定东北春季的粘虫成虫在济南一带发生，随三、四級 SW 大风吹到，那么只需 26 小时卽可到达旅大，約 44 小时到达沈阳，60 小时到达公主岭。如果是六級大风，那么只需 12 小时到达旅大，20 小时到达沈阳，27 小时到达公主岭。这个計算的时間只可能太长了些，因为高空中气流运行的速度比地面上所測的风速更要快。

（四）东北春季各地粘虫的綜合突增期与当时气流状况的关系　根据 1956—1959 年东北 6 个地区的突增期予以比較，可以看出，虽然 6 个地区的緯度不同，它們經常在同一天，或接近一天內出現成虫突增的現象。我們暫称这些突增期为“綜合突增期”。

按照“綜合突增期”的日子，查閱了东亚天气图。可以看到，在綜合突增期的当天或前一、二天內，东北全区或极大部地区几乎全都处在 S 及 SW 大风中。以 1957 年为例，全年出現的几个綜合突增期都符合于上述情况，兹将这几次数量增多时及当时天气状况概述如下：

1. 第一批　4 月 16 日，旅大、熊岳、錦州在同一天数量突增，沈阳于 17 日、公主岭于 18 日数量突增。在天气图上，华北区在 14 日 14 时开始刮 S 风，20 时則华北北部处于 14 米/秒的 6 級 SW 风中，东北区則在沈阳以南开始刮 SW 风。15 日 8 时，东北的中南部地带均处于 S 及 SW 风中，8 时哈尔滨以南处于 16 米/秒的 SW 风中，14 时风更加大，20 时哈尔滨处在 SW 风中，到 16 日 8 时为止。

2. 第二批　由 18 日 8 时开始，在东北全区除哈尔滨与大連之外，均处于 SW 大风中，一直延續到 19 日；沈阳、錦州在 4 月 20 日，公主岭及熊岳于 21 日均出現成虫的数量突增。

3. 第三批　在 4 月 28 日及 5 月 1 日两次在沈阳与公主岭同时出現突增現象，在天气图上，由 27 日开始，东北区多为 SW 风，一直延續到 4 月 30 日 20 时。

4. 第四批　在 5 月 7 日，旅大、沈阳、公主岭同时出現数量突增；在天气图上，5 月 5 日 20 时河南出現 6 米/秒的 SW 风。5 月 6 日 2 时山东，河南及东北全区（哈尔滨除外）都处于 SW 大风中，一直延續到 5 月 7 日 20 时。

其他各次在数量突增的以前，在全部或大部地区均出現 S 及 SW 大风，这些事实可以充分地說明粘虫春季的出現与突增与 S 及 SW 大风有关。

最后我們也分析了东北地区各种风向的頻率問題，因为在东北春季，S 及 SW 风是比較多的；因而粘虫出現与 S 及 SW 风的符合率高，是否可能是因为 S 及 SW 风的頻率多的原因，分析結果証明了粘虫成虫的始現期与突增期与 S 及 SW 风符合率高，不是因为該种风向的頻率高所引起的。以 1958 年熊岳、錦州、沈阳、公主岭四地的資料为例，我們把风向的頻率与突增期吻合的頻率作了 χ^2 测定，結果如表 8。

假定符合率完全决定于风的頻率，那么二者的頻率分布应該适合。由表 8 中可以看出，χ^2 值的测定說明了适合的概率是极低的（最高値在 0.10 以下，一般在 0.02 左右）；因而可以說，成虫出現与风吻合的頻率不是由于风向本身頻率所决定的。

（五）东北春季粘虫成虫的发生与 850 mb（約 1500 米）高空风的关系　这一部分的分析結果基本上与地面风的情况相似；但是由于在气象記录中，对于 850 mb 的风向风速記录，每天只有二次，因此对于始現期或突增期与风向的符合标准作了相应的修改：始現期及突增期的符合标准約为：1)四次記录中有三次，或三次中有二次为同一种风向；2)四次中有二次連續相同者；3)四次中有二次，其中一次或二次风速特别大的。分析結果見表 9、10、11、12。

这些結果可以簡单地总結如下：

1. 成虫的始現期与 S 及 SW 风的符合率最高（14 次中有 10 次）（表 9）。

表 8 1958 年东北各代表地区 4—6 月風向頻率与成虫突增期在 4—6 月的符合率的比較

地 点	符合程度	S. SW	W. NW	N. NE	E. SE	总 計	χ^2	P
熊 岳	风次数	165	77	59	63	364*	7.4161	0.05—0.10
	%	45.3	21.2	16.2	17.3			
	符合次数	22	3	4	3	32**		
	%	68.7	9.4	12.5	9.4			
錦 州	风次数	193	40	91	40	364*	10.505	0.01—0.02
	%	52.8	11.1	25.0	11.1			
	符合次数	52	12	14	2	80**		
	%	65.0	15.0	17.5	2.5			
沈 阳	风次数	160	44	69	87	364*	56.514	<0.001
	%	44.0	12.1	20.0	23.9			
	符合次数	26	10	2	2	40**		
	%	65.0	25.0	5.0	5.0			
公主岭	风次数	190	85	48	41	364*	11.822	<0.01
	%	52.2	23.4	13.2	11.2			
	符合次数	46	10	8	8	72**		
	%	63.9	13.9	11.1	11.1			

* 风的总次数是 4—6 月 91 天每天四次記录的总数。
** 突增期的符合次数以当天及第二天共八次的記录計算。

表 9 1956—1959 年东北各代表地区成虫始現期与 850 mb 高空 S 及 SW 風的关系

地 名	1956 年				1957 年				1958 年				1959 年			
	測蛾器設置日期	始現期	S.SW 次数 / 三日內測风向次数	吻合与否	測蛾器設置日期	始現期	S.SW 次数 / 三日內測风向次数	吻合与否	測蛾器設置日期	始現期	S.SW 次数 / 三日內測风向次数	吻合与否	測蛾器設置日期	始現期	S.SW 次数 / 三日內測风向次数	吻合与否
旅 大					1/IV	6/IV	2/4	+	1/III	1/IV	0/4	−	23/III	24/III*		
錦 州	6/IV	17/IV	1/3	−	1/IV	11/IV	0/4	−	1/IV	4/IV	4/4	+		25/IV*		
沈 阳					5/IV	7/IV	3/4	+	25/IV	2/IV	1/4	−	20/IV	2/IV	4/4	+
公主岭	11/IV	21/IV	3/4	+	11/IV	17/IV	4/4	+	11/IV	19/IV	2/3	+	17/III	4/IV	2/4*	+
哈尔滨					20/IV	21/IV*	2/3*	+	1/IV	28/IV	2/4**	+				

* 設測蛾器后五日內即捕到成虫。
** 每秒 8—10 米的大风。
+ 表示吻合。
− 表示不吻合。

表 11　1956—1959 年东北各代表地区成虫突增与各年 4—6 月間 850 mb　S. SW 風吻合情况的比較

年份	当日 S. SW 风						前一日 S. SW 风						当日加前一日 S. SW 风						前二日 S. SW 风					
	四月		五月		六月		四月		五月		六月		四月		五月		六月		四月		五月		六月	
	*	%	*	%	*	%	*	%	*	%	*	%	*	%	*	%	*	%	*	%	*	%	*	%
1956	2/3	66	1/7	14	1/3	33	3/3	100	2/7	28	1/3	0	3/3	100	3/7	43	1/3	33	3/3	100	3/7	43	2/3	66
1957	4/11	36	8/16	50	3/9	33	6/11	55	3/16	19	2/9	22	7/11	64	9/16	57	4/9	44	10/11	91	6/16	38	3/9	33
1958	0/6	0	3/10	30	2/16	13	3/6	50	3/10	30	4/16	25	3/6	50	6/10	60	6/16	38	4/6	67	4/10	40	6/16	38
1959	6/10	60	9/16	57	0/12	0	3/10	30	7/16	44	1/12	8	6/10	60	12/16	75	2/12	17	5/10	50	8/16	50	1/12	1
共計	12/30		21/49		6/40		15/30		15/49		7/40		19/30		30/49		13/40		22/30		21/49		12/40	
吻合度 (%)	40.5		37.8		19.8		58.8		30.3		13.8		66.7		58.8		33.0		52		42.8		34.5	

* 格內分子表示成虫突增与 S. SW 风吻合次数，分母表示突增次数。

表 12　1956—1959 年內成虫突增期与各种風向的关系的比較

1956—1959 突增期	当日风				前一日风				当日加前一日风				前二日风			
	S SW	W NW	N NE	E SE	S SW	W NW	N NE	E SE	S SW	W NW	N NE	E SE	S SW	W NW	N NE	E SE
总次数 119 (次)	39	15	11	2	37	19	6	3	61	37	19	3	55	43	14	5
吻合度(%)	33	13	10	2	31	16	5	2	51	31	16	2	46	36	12	4

2. 成虫突增期与当日、前一日、当日加前一日的风向的关系，也以与 S 及 SW 风的符合率最高，但是各年、各地点之間有些出入(表 10)。

3. 在成虫突增期与当日、前一日、当日加前一日、前二日的 S 及 SW 风的符合率中，以 4 月份符合率最高，5 月份次之，6 月份最低(表 11)。

4. 在 1956—1959 年的 119 次突增期中，成虫突增期与当日加前一日的 S 及 SW 风的符合率最高，与前二日的符合率次之。

可以看出，以上結果与地面风向的关系的分析結果完全相同；但符合率略有出入。关于风速方面，沒有进行分析的必要；因为高空的风速比地面更大(多数在每秒 20 米左右或更大)；以这样的风速計算，粘虫在 12 小时之內就可以迁移到千里之外。

总之，无論以地面的风向或 850 mb 的高空风向考慮，东北地区早春粘虫成虫的出現，都与 S 及 SW 风有密切的关联。

五、討　論

（一）粘虫成虫迁飞的可能性問題 在討論粘虫成虫迁飞的可能性之前，首先必須解决如何确定昆虫具有迁飞現象的問題。Williams (1957) 在綜合昆虫迁飞的研究工作时，曾提出以下几方面的事实，認为可以作为昆虫有无迁飞的論証：

1. 野外观察到某种昆虫大量的按一定方向的飞行。

2. 在一个区域內，飞行昆虫的大量出現，并有充足根据說明这批昆虫不是当地越冬或羽化者。或者，当昆虫大量发生后，忽然消失，并且沒有任何理由足以怀疑它們是突然死亡的。

3. 在远海上，大洋中的島屿，高山上的雪地原先不存在而发現了飞行的昆虫。

4. 經过野外多年的研究，查明某种昆虫只在一定季节发生而在其他季节不能发現該虫的任何虫态。

5. 释放标記昆虫和回收中所得到的迁移的事实。

我們認为具有上述的任何一点的事实，即足以确定某种昆虫具有迁移現象。現在，我們就按上述几个方面来討論。

(1) 东北各地春季經常出現成虫大量发生的現象，而且有充分的事实說明这些成虫不是当地越冬的。

多年来，粘虫預測站都看到，春季粘虫蛾量的发生都是突然增多的；而且在当地温度条件尙不足以繁殖一代的时間內，可以多次地出現这种数量突增的現象，如公主岭 1959 年 4 月 14 日，以前 6 天 1 个蛾也沒有，突然誘到 30 多头。4 月 15—18 日誘蛾量都在 10 头以下，19 日突然增到 86 头。4 月 21—28 日均沒有誘到成虫，29 日誘到 20 头，30 日突增到 300 头。5 月 30 日到 6 月 6 日之間，除了 6 月 5 日有 120 头外，均只有几十头，而 6 月 7 日突增到 600 多头 (东北农科所原始資料)。其他年份这种突增情况 (数十倍到数百倍)都大致相似。

据前东北农业科学研究所的报告，在 1954—1955 年春，在該所周围 10 多华里范围內，进行了比較深入的調查，并未发現任何粘虫，但在 1955 年 6 月初，却有巨大数量的成虫出現。从捕蛾量来估計，在該所范围內成虫数量惊人，当在一千万头以上(扑蛾数百万

头，幼虫仍然普遍发生，密度很大）。1955 年到 1956 年春的仔細調查，同样沒有找到任何粘虫，但在 1956 年在当地仍突然出現数量巨大的成虫（仍为大发生）。麦田普遍发生幼虫达到吃光禾苗的密度。1958—1959 年春在辽宁省长山島（該島离大陆数十里，长約 20 里寬 3 里多）的調查，以及若干年来在黑龙江省、辽宁省等各地的調查結果，均有类似情况。

在这些常年被害、发生頻率高、密度大的地区，这种成虫的突然大量出現，而在出現以前在当地的相当規模而有組織的調查中都找不到任何虫态的活粘虫，均足以說明这些突然大量出現的成虫是由这些发生地区以外的地方迁飞而来的。

反过来，在东北各地第二代或第三代粘虫发生之后，除了一部分幼虫及蛹留在土內（最后在冬季死亡），經常出現大批成虫（估計在几千万头），这批成虫一般在追踪中不知去向。可能这也說明了成虫的迁飞，而这是夏季或秋季的迴迁。

（2）据 1953 年山东省农业科学研究所及山东文登专署的报告。在大发生当年曾看到成批蛾子死于海面上。1958 年秋，在东北辽东半島东部的长海县的长山島上，进行了越冬調查；当地羣众也反映曾在海面上多次发現大批的蛾子，这种大羣死蛾，已被鉴定为粘虫。这两地所反映的死蛾发現时期，恰好是在粘虫春季发生的期間。因此，可以認为这是粘虫成虫大批迁飞經过海面时，被迫降落入海而死亡。現在海面上捕蛾的实际观察也已証明了上述推論是正确的（夏曾銑等 1962）。

（3）多年来的研究不但証明了在东北地区冬季找不到粘虫，并且也发現了在广东、广西等地区粘虫只有秋后到春初时为害，而在夏季时几乎找不到任何粘虫（广西玉林試驗站 1957）。这个事实不仅說明粘虫有迁飞現象，并且有迴迁現象的可能性。

从全国发生粘虫为害的各地的粘虫生活史来看，也可以看出，粘虫似乎在春季由南向北迁飞，而在秋季又行迴飞。冬季只有南部地区如广东、广西一带有粘虫发生（越冬地点的北限据目前推測是北緯 32° 地区*），但是在夏季这些地区却沒有粘虫，早春 4 月前后在江苏北部等一带地区有粘虫发生，在夏季中也极少为害。而东北的重要为害期多在 6—7 月間。东北的中北部极少有第二代为害。到秋季时，江苏等地区又出現較多的粘虫，广东、广西等地也再度出現粘虫。由此看来，似乎粘虫每年春季由南飞迁向北，在中間地区繁殖 1—2 个世代，最后在 6—7 月間在东北为害，秋季再行迴迁。

虽然粘虫成虫在秋季的迴迁問題不是本文研究的主題，但是，作为解决春季粘虫迁飞的綫索以及对粘虫生物学的全面研究，仍然有必要在此提出討論。

（4）成虫具有羣飞、高飞現象，并有相当強大的飞行力。

曾經多次在蜜源植物上以及糖蜜草把上观察到成羣成虫趋集，而在半小时內全部从当地飞走，証明成虫的成羣飞翔习性。

一般观察，成虫順大风而飞，逆小风而飞。1959 年与熊岳农业科学研究所等机关在熊岳曾进行了粘虫蛾迁飞释放試驗。北京大学生物系等粘虫組 1959 在 9 月 2—13 日（气温 17—22℃）于离地 20 米的高处释放，发現成虫在起飞之后均順风飞行（在 2—3 級小风时也順风飞行）。在无风的情况下，飞行方向不定。

粘虫也有高飞习性。据一般观察，成虫往往背地高飞，达到肉眼不能及，或晚間三节

* 根据 1961 年 12 月在北京召开的全国粘虫学术討論会討論的結果。

电筒照射的有效光范围之外;估計当在百米以上的高度。Glick (1939) 报导,用飞机空中捕蛾的結果,迁飞性的几种夜蛾高度均在500—1000英尺之間(晚間);估計粘虫的飞行高度也可能在这范围內。粘虫成虫飞翔速度可能大于小地老虎 *Agrotis ypsilon* 及丫紋夜蛾 *Phytometra gamma*; 后二种均为迁移性夜蛾 (Williams 1957, 1960)。

从以上几个方面的事实总合来看,可以基本上肯定东北春季粘虫成虫存在着迁飞現象。

(二) 东北春季粘虫成虫的来源問題

1. 来源在东北本地抑或在东北以外的地区? 多年来在东北各地的不同环境类型的越冬調查,除在秋季找到少数粘虫之外,一直沒有找到粘虫的任何虫态,秋季所找到的粘虫也全部于冬季死亡。在这些地点(公主岭,佳木斯、大連、熊岳、錦州)进行过多次越冬飼育試驗,在秋冬时虽得到大量的各种虫态的粘虫进入冬季(主要是蛹与幼虫),但是也沒有一头能越过冬季而成活。其中大連一地最低月平均气温是 −5.1℃,在越冬蛹与幼虫潛伏的土壤中极端低温往往同时不到 −10℃。过冷点測定試驗也說明粘虫的抗寒性很低(陈广申等未发表結果 1960),因此可以基本上肯定粘虫的抗寒能力很低;在寒冷的东北地区越冬的可能性不大,也卽东北春季发生的大批粘虫至少絕大多数的来源不是在东北本地,而在东北以外的其他地区。

2. 东北春季粘虫的可能起源地。假定东北春季粘虫是由外地随风迁移来的——实际上本文中的分析指出了这个可能的存在,并且随 4—6 級 S 及 SW 大风由較远距离的地区的移入很可能是事实——那么这些粘虫的起源地应該在东北的南、西南方向去找。事实上,在东北周围地区中,在早春时期,西北及北部(內蒙高原,大小兴安岭山地,苏联远东地区等)都还沒有粘虫发生;只有东南、南和西南的华北、华东、西南地区已有較大量的粘虫发生,同时,如果由成虫迁飞来考虑,那么在发源当地当时必須具备成虫活动的气候条件。在早春,东北的西北及北部显然也不符合这一要求。

根据春季我国各地粘虫成虫发生期的調查,在早春 4 月初东北出現第一批粘虫的时期,在华东、华中(包括苏北、山东、河南部份地区)已出現大批成虫;因此有可能这些地区的粘虫乃是东北春季粘虫的来源(陈瑞鹿等 1961)。

(三) 粘虫数量突增与其他因素的关系

粘虫数量的突增是否可能是由于其他因素的关系,例如温度,而与迁飞无关呢? 在这方面,我們分析发現,除了温度之外,其他因素如湿度、降雨量等都几乎完全沒有相关。

在温度方面,由于东北地区春季出現 S 及 SW 大风之后,往往引起气温的上升。同时成虫的活动也肯定是与温度有关的;因此卽使粘虫成虫是随 S 及 SW 风迁飞而来,在其到达当地之后的活动,必然受到当地气温的影响(当然降雨等也有一些影响)。但是問題是:温度是不是东北春季粘虫发生的主要决定因素呢? 假如是主要的决定因素,那么应該是当地气温上升到一定高度时成虫卽行出現。我們查对了东北历年各地发生的始現期与温度的关系,結果并不尽然。

以 1958 年旅大、錦州、公主岭、哈尔滨四地的早春成虫发生情况与温度的关系为例,可以看出,在此期中,錦州、旅大两地出現成虫时气温虽已上升,但是日均温均在 10℃ 以下;而公主岭、哈尔滨两地当日均温二次出現超过 10℃ 以上,而未出現成虫,这可以說明,

温度与早春成虫的出現，其中并无关系。

（四）其他問題

最后，我們已經基本上肯定东北春季发生的粘虫成虫是由外地迁飞而来的，而迁飞的方式主要是随 S 及 SW 风的携带，并且在春季 S 及 SW 风主要是由华东、华北、华中各地发生，因而也可以假定这些成虫是由苏北、山东、河南等地迁飞去的。

但是本文所整理的风向与成虫发生的关系中，并不是所有的始現期或突增期均与 S 及 SW 风完全符合。这种現象应該如何解释？

我們認为这是由于我們所应用的方法中有一定的誤差存在：1)我們所确定的始現期与突增期，不可能完全代表了眞实的情况，可能当天迁入后由于当地气候的影响沒有活动，在第二天才有活动，因而在测蛾器中反映的突增期是实际突增期的次一天。可以看到，在計算符合率时，用当天加前一天的风向来考虑，符合率比較更高；这很可以說明这种情况。2)其次，在計算风向与突增期符合与否时，我們只应用了当地的风向，这也造成了一定的誤差。显然，当地的风向能反映风向的一般情况，但是也很显然，一地的风向受地形地势的影响，不足以說明整个携带粘虫的气流运行情况。

最后还必須指出两点：1)迁飞来源不一定只有一处，2)我們尙不能完全否定粘虫在东北本地越冬的可能性(例如少量成虫越冬)，如果粘虫的迁飞来源不止一处，以及可能本地也有极少数发生，那么都会影响到我們分析中的符合率。

六、总　　結

本文根据气象資料分析了东北地区春季粘虫成虫的发生与风的关系，企图由此闡明东北地区粘虫成虫在春季的发生是否随风由远距离迁飞而来的問題，由分析的結果看出：

(一)东北地区春季粘虫成虫的始現期与地面上的 S 及 SW 风有較高的符合率。在公主岭、沈阳、錦州、旅大、哈尔滨、熊岳六个地点，在 1956—1959 年中，符合率均在 70% 以上，与其他风向的符合率均极低。

(二)东北地区春季粘虫成虫的突增期，也与地面上的 S 及 SW 风有較高的符合率，但符合率在各年各地出入較大，在各个月份中也有差异(其中以四月份符合率最高，五月份次之，六月份最低)。

(三)东北地区，在粘虫出現的始現期与突增期中的 S 及 SW 风，多为每秒 5—6 米到每秒 9—10 米的大风。

(四)东北地区在春季經常在許多地点同时发生粘虫的出現或突增，在該时在天气图上該天或前一、二天东北全区或大部分地区均有 S 及 SW 大风。

(五)統計分析显示出，成虫始現或突增与 S 及 SW 风的符合率高，并不是因为春季 S 及 SW 风頻率高的原因。

(六)东北地区春季粘虫的始現期与突增期与 850 mb 高空的风向有关系，也显示出与 S 及 SW 风有較高的符合率。各地各年及各个月份中也有出入，情况与地面上风的关系相似。

(七)由以上的风向风速，計算了从假定的南方粘虫发生地(例如济南)到达东北各地所需的时間，約为 1—2 天(可能只有一天)。

由上述結果,討論了:

1. 粘虫迁飞的可能性。根据 1) 东北地区春季粘虫成虫的突增現象; 2) 东北許多地区冬季广泛調查,找不到粘虫而春季大量发生的現象; 3) 山东文登县海面上在春季发現大批死的粘虫蛾的事实; 4) 粘虫成虫有羣飞及高飞等习性的事实; 5) 秋季大批粘虫不知去向的現象;認为粘虫成虫具有迁飞現象,并且迁飞距离相当远。

2. 东北地区春季粘虫的来源,根据 1) 东北多年广泛調查未能找到越冬粘虫的任何虫态; 2) 东北各地广泛的越冬飼育試驗未能成功,甚至在旅大都死亡; 認为迁飞来源在东北当地的可能性不大。

根据 1) 在东北春季粘虫成虫发生时期必須在发源地已具有大量发生的溫度条件; 2) 我們对于风向的分析結果,即粘虫的始現期与突增期与 3—4 級以上的 S 及 SW 大风有密切关系; 3) 粘虫有順风飞行的习性,并且飞翔力很強; 認为粘虫的迁飞来源可能在东北区的南、西南方向(在华北的西南部及华中华东地区)。

3. 討論了我們在分析方法上存在的問題,說明了所用的資料及方法的局限性。因而对于东北地区春季粘虫成虫的始現期与突增期不可能与 S 及 SW 风完全符合。

4. 指出了粘虫在东北当地越冬的可能性虽然不大,但还可能存在(特别是成虫在特殊情况下可能越冬)。

5. 討論了东北地区夏季与秋季粘虫成虫是否有迴迁的問題,提出了一些事实,說明粘虫成虫在夏季及秋季可能有迁飞回南方的現象。

参 考 文 献

广西玉林农业試驗站: 1957. 粘虫发生規律研究总結。
中央气象台: 1956—1959 年 3—6 月欧亚历史天气图和天气公报。
北京大学生物系等粘虫組: 1959. 粘虫成虫迁飞释放試驗。
吉林农科所: 1956. 1956 年粘虫預测預报总結。
沈阳中心气象站: 1956—1958 大連、錦州、熊岳、沈阳、公主岭、哈尔滨 4—6 月月报表。
沈阳中心气象站与中央气象台: 1956—1959 年 3—6 月东亚地面天气图。
林昌善、夏曾銑: 1963. 粘虫发生規律的研究。III. 粘虫蛾被气流携带的可能形式的探討,北京大学学报(即将发表)。
夏曾銑、蔡晓明、邓小山: 1963. 粘虫发生規律的研究 II. 中国渤海和黄海海面粘虫(*Leucania separata* Walker) 迁飞的观察,昆虫学报(即将发表)。
旅大农科所: 1959. 1958 年粘虫預测預报总結。
张宗炳: 1959. 粘虫的随风迁移的假說及越冬問題,粘虫越冬問題討論会发言,黑龙江省农科所。
陈瑞鹿、李綿春等: 1963. 吉林省粘虫大发生的虫源問題,昆虫学报(即将发表)。
陈励生: 1953. 文登专署农业技术指导所报告: 关于去年粘虫发生、防治試驗和生活习性調查观察的綜合报告。
Andrewartha, H. G. & L. C. Birch: 1954. The distribution and abundance of animals. p. 122—123.
Glick, P. A.: 1939. The distribution of insects spiders and mites in the air. U. S. Dept. Agr. Tech. Bull. 673: 1—150.
Rainey, R. C.: 1951. Flying locusts and convection currents. Nature 168: 1057—60.
Rainey, R. C. & Z. Waloff: 1948. Desert locusts migration and synoptic meteorology in the gulf of Aden area. J. Animal Ecol. 17: 101—12.
Waloff, Z.: 1946. A long range migration of the desert locust from southern Morocco to Portugal with an analysis of concurrent weather conditions. Proc. Roy. Ent. Soc. London. A21:81—4.
Williams, C. B.: 1930. The migration of butterflies. Biol. Monograph and Manuals.
Williams, C. B. et al.: 1942. Studies in the migration of Lepidoptera. Trans. Roy. Ent. Soc. London. 92: 101—283.
Williams, C. B.: 1957. Insect migration. Ann. Rev. Ent. 2:163—80.
Williams, C. B.: 1960. The migration of insects. Collins.
Онисимова, З. Т.: 1949. Лутовая совка иуд. А. Н. Дальневостоцная и-и, база Владивосток.

STUDIES ON THE REGULARITY OF THE OUTBREAK OF THE ORIENTAL ARMYWORM, *LEUCANIA SEPARATA* WALKER*

I. THE EARLY SPRING MIGRATION OF THE ORIENTAL ARMYWORM MOTHS AND ITS RELATION TO WINDS

LIN CH'ANG-SHAN, SUN CHIN-JU, CHEN RUI-LO & CHANG J. TSUN-PING
(*Department of Biology, Peking University, Institute of Zoology, Academia Sinica*)

In a meeting held at Harbin 1959, discussing the possible over-winter sites of the Oriental armyworm, *Leucania separata* Walker, in the Northeast, a hypothesis was proposed (Chang, 1959) that this insect most probably did not over-winter in the Northeast, but the outbreak every spring was due to mass migration of the adult moths along with the south or southwest trade winds. The hypothesis was based upon the following facts:

1. The appearance of the armyworm moths in early spring is in the form of successive and intermittent peaks, and the dates of these peaks coincide with the simultaneous appearance of the south or southwest winds (usually the wind velocity is above 10m/sec.).

2. Of nine different localities from south to north in the Northeast (Dairen, Shenyang, Chingchow, Kungchuling, Harbin, etc.) which differ greatly in latitude, hence in their average daily temperature in April to June, the dates of the peak of appearance of the armyworm moths differ only by 1—3 days, suggesting that the moths occurring in the different localities were from the same source and were carried by the same wind from south to north.

3. That the armyworm moths have the habit of flying in large groups, and flying to very high altitudes, is well known.

4. There were reports that large numbers of dead moths, identified to be *Leucania separata,* found on the sea near Changshan Island and Wengten Hsien, suggesting possible miscarrying of the wind.

5. For about 10 years of extensive search of overwinter sites in the Northeast, covering about many thousands acres of different types of cultivated lands, steppe, islands, hills, forests etc., not a single insect had been found.

6. Field breeding experiments in fall and winter with different degrees of winter protection, had failed to carry this insect over the winter; and the tracing of the army-

* The present work was carried on by the Armyworm unit formed by the Faculty of Entomology, Department of Biology, Peking University, Institute of Zoology, Academia Sinica, and the Institute of Plant Protection, Kirin Academy of Agriculture, from the year 1959—1960. We like to acknowledge that during the course of the study there were many organizations, including the Peoples' Commune, local agricultural stations, and weather bureau, and various personnel who had contributed valuable information, suggestions and criticisms without which the present work would be almost impossible; to them, therefore, we express our sincere gratitude.

worm moths in the fall had also failed to yield any positive clue.

7. The cold tolerance of the Oriental armyworm, whether egg, larva, pupa or adult, had been found to be very low. Considering the temperature conditions of the severe winter in the Northeast, the overwintering of this insect in situ was rather unlikely.

8. The outbreak of the armyworm in a small locality is usually very sporadic (i.e. it may occur in large numbers in one year and almost be entirely absent in another), but the general distribution of this insect in the entire Northeast is rather well defined. This suggested that the outbreak of the armyworm in a small locality is determined by whether the wind has carried the moths to that place; but as there is certain regularity in the direction and route of the trade wind, the overall distribution in the whole area is rather constant.

9. It is well known that many noctuid moths are regular immigrants, among them is the common armyworm moth, *Pseudaletia unipuncta*, the closely related species of the Oriental armyworm; thus it is very likely that *Leucania separata* may also be a regular immigrant.

Based upon the above hypothesis, a series of work was conducted to study the migration of the Oriental armyworm moths. The present paper is the first report analyzing the relationship between the appearance of the armyworm moths in the early spring and the prevailing winds. Further work is now in progress, studying the effects of other meteorological factors on the migration of the moths, the capture of the moths on their way over the Gulf of Chili.

The daily capture record of the Oriental armyworm moths of six localities in the Northeast (Dairen, Hsiun-yo, Chingchow, Shenyang, Kungchuling and Harbin) in the years 1956—1959 were analyzed together with their local meteorological records and the meteorological map of the Eastern Asia. The following results can be seen:

1. The dates of the first appearance of the moths coincided in most cases with the simultaneous appearance of south or southwest winds. The percentage of coincidence of the six localities on the average was over 70%, while the percentage of coincidence with other wind directions was very low.

2. The dates of sudden increase in numbers of the moths also coincided in most cases with the simultaneous appearance of south or southwest winds, but the percentage of coincidence showed greater variations among the six localities and in different months, being highest in April, lowest in June and intermediate in May.

3. The prevailing south or southwest winds accompanying the first appearance or the sudden increase in numbers of armyworm moths were in general strong winds, their velocity varied from 5—6m/sec. to 10—12m/sec.

4. The early appearance and the sudden increase in numbers of the armyworm moths in the six localities usually occurred simultaneously on the same day or at most on two consecutive days, during which period there were prevailing south or southwest winds over the entire Northeast area.

5. Statistical analysis showed that the high percentage of coincidence with south or southwest winds was not due to the higher frequency of south or southwest winds in early spring.

6. The percentage of coincidence of the initial appearance and the sudden increase in numbers of the armyworm moths with different wind directions at 850 mb isopleth

also showed a higher percentage of coincidence with south or southwest winds. The results were quite similar to those obtained on analysis of wind directions on ground level.

7. Calculations based upon the average wind velocity of the south or southwest winds in early spring showed that the armyworm moths could be easily carried over for example, from Tsinan to Shenyang within 12 hours.

8. Based upon the above analysis, it was tentatively concluded that the Oriental armyworm moth is a regular immigrant from southern provinces to Northeast in early spring, most probably carried by the south or southwest trade winds. A return migration to the southern provinces in late summer or fall was indicated by other facts, and its possibility was discussed.